

Submission No.: DNC2-9078

Session Title: Dialysis Nurse Course 2

Date & Time, Place: April 30 (Sun), 10:40 - 12:40, Room 1+2

Basic Principle of Peritoneal Dialysis

Jin Ho Hwang

Chung-Ang University Hospital, Korea, Republic of

복막은 복강 내부 장기를 감싸고 있는 장측복막 (80%)과 복벽의 안쪽을 감싸는 벽측복막 (20%) 으로 되어 있고, 벽측복막은 반투과성막으로, 복막투석에서 물질교환 측면에서 중요한 역할을 담당한다. 복막투석관을 삽입하게 되면 도관의 끝이 **rectovesical pouch** 에 위치하도록 해서 눕거나 앉은 자세에서 가장 배액이 잘 되도록 한다. **Three pore model** 에서는 모세혈관이 복막의 물질교환에서 가장 중요한 **barrier** 이다. **Small pore** 는 **urea, creatinine, Na, K** 과 같은 **small solute** 가 **diffusion** 을 통해 **90%** 이상 이동하는 주요 통로이고, 물도 **convection** 을 통해서 이동할 수 있다. **Large pore** 를 통해서서는 **beta-2 macroglobulin** 이나 알부민과 같은 큰 분자가 통과하고, **ultra-small pore** 는 **aquaporin-1** 으로, 용질은 통과시키지 않는 수분통로이다.

복막투석액이 복강내로 들어가게 되면, 복막의 모세혈관 내에 있는 혈액과 접촉이 이루어지면서 복막투석액 안에 있는 포도당은 흡수되고, 혈관 내에 있는 **uremic toxin** 이나, **small solute** 들은 **diffusion** 을 통해서 복강으로 배출된다. 대표적인 교환의 원리를 살펴보면, **diffusion** 은 용질이 반투과성막을 통해서 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 것이며, **small solute** 의 이동에 가장 핵심이 된다. 복막투석액을 저류시킨 초반에 **diffusion** 에 의한 물질의 이동이 가장 활발하고 이후로는 시간이 지나면서 감소한다. 투석액과 혈장의 용질농도비를 나타내는 **D/P ratio** 는 특정 시간동안 용질이 얼마나 평형을 이루었나를 보는 지표가 된다. **Convection** 은 "solvent drag" 라고 해서 물에 용해되어 있는 용질이 **aquaporin-1** 을 제외한 다른 **pore** 들을 통해 이동하는 것이다. **Osmotic agent** 의 농도가 높아서 더 강한 힘으로 끌어당길 수록 더 저명하게 발생한다. **Osmosis** 는 반투과성 막을 통해서 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 물이 이동하는 현상이다. 복막액 주입으로 인해 상대적으로 **hypertonic** 한 복강 내와, 상대적으로 **hypotonic** 한 혈관 내부 사이에 **osmotic gradient** 가 형성되면서 초여과가 일어난다. 이 과정에서 체수분의 제거와 함께 **convection** 에 의한 **solute removal** 이 일어난다.

복막투석시에 제일 흔하게 사용하는 **Osmotic agent** 는 **dextrose** 가 각각 **1.5%, 2.5%, and 4.25%** 섞인 복막액이고, **7.5% icodextrin** 이나 **1.1%** 아미노산을 사용하기도 한다. 당연히 **dextrose** 농도가 높은 복막액을 썼을 때 **high osmotic gradient** 가 형성되기 때문에 초기에 강한 **UF** 가 일어나고, 같은 시간동안 **UF** 량도 늘어나고, 평형을 이루는 시간도 오래 걸리므로 **UF** 가 지속되는 시간도 길어진다. **Dextrose** 기반의 복막투석액은 시간이 지나면서 **UF** 를 유도하는 능력이 점차 감소하는데 반해, **icodextrin** 은 거의 흡수가 되지 않기 때문에 오랜 기간동안 **UF** 를 지속적으로 유도할 수 있다. 오랜 시간 저류해서 **osmotic gradient** 가 소실되면 **small pore** 를 통해서 대부분의 수분이 재흡수되는 과정을 거친다. 약 **50%** 정도의 수분 이동은 **ultra-small pore** 를 통해서 일어나는데, 이는 즉 **solute** 의 이동 없이 **free water** 만 이동하는 것을 의미하고, **ultra-small pore** 를 통해 수분 이동이 일어나면 용질이 함께 이동하지 못하고 반대편에 남아있게 됨을 의미한다. 그 결과, **sodium** 처럼 막 사이를 빠른 속도로 이동하지 못하는 용질이 체내에 남게 되는 현상이 생기는데 이것을 "sodium sieving"이라고 한다. 이러한 특성상, **sodium sieving** 은 복막투석액을 저류한 초기에 주로 일어나고, 더 강한 힘으로 초기 초여과를 유도하는 **high glucose solution** 에서 더 저명하게 발생한다.

복막투석액 저류를 통해 **peritoneal capillary** 에서 복강쪽으로 **transcapillary UF** 가 일어나지만, 일정량의 복막액은 지속적으로 **lymphatic absorption** 및 **tissue absorption** 되고 있어 이 양이 상쇄된 만큼 초여과가 일어난다. **Icodextrin** 은 복막투석 영역에서 여러모로 유용하게 사용하는 투석액인데, 일반적인 **peritoneal barrier** 에 의해서는 흡수되지 않고 **lymphatics** 를 통해 아주 소량씩만 흡수되는 특성이 있어서 오래 저류했을 때 지속적인 초여과를 가능하게 한다. 그래서 주로 **continuous ambulatory PD (CAPD)** 환자에서 **overnight long dwell** 을 할 때나, 밤에 **automated PD (APD)** 후 출근하는 직장인에서 **long day dwell** 을 할 때 매우 유용하다. 용질의 이동이 빠르게 일어나는 **Fast**

average 나 fast transporter 에서 2.5 나 4.5% 복막투석액보다 더 강한 초여과 유도 능력이 있고, 따라서 체수분조절을 용이하게 한다. 잔여신기능에도 불리한 영향이 없으며 **glycemic control** 이나 **lipid control** 측면에서도 이점이 있다. 이런 특성 때문에 당뇨병성 말기신장병 환자에서 **icodextrin** 을 함께 사용하면 **technical failure** 에 의해 HD 로 넘어가는 경우를 줄일 수 있다.

복막투석의 가장 큰 장점중 하나는, 환자의 생활 패턴에 따라 다양한 방식의 투석 처방이 가능하다는 것이다. 소위 손투석이라고 하는, 가장 기본적인 패턴의 CAPD 가 있고 기계를 통해 여러차례의 복막투석을 진행하도록 하는 APD 가 있으며, APD 중에서도 **nocturnal intermittent PD** 는 낮에는 복강을 비워두고 밤에만 APD 를 통해 투석을 하고, CCPD 는 APD 를 마칠 때 낮동안 저류시킬 복막투석액을 넣고 마침으로써 복강이 비어있는 시간이 없는 투석방식이다. 사람마다 복막의 특성이 다르므로 복막의 기능, 즉 **solute** 를 얼마나 빠르게 이동시키는데 대한 평가가 필요하다.

복막투석액의 **glucose** 가 얼마나 빠른 속도로 흡수되는지에 따라 구분하는 **D/D0 glucose**, **creatinine** 이 혈중에서 얼마나 빠른 속도로 복강으로 이동하는지를 보는 **D/P creatinine ratio** 를 통해서 복막의 기능을 **fast** 또는 **high transporter**, **fast average** 또는 **high average**, **slow average** 또는 **low average**, **slow** 또는 **low type**, 이렇게 4 가지 **type** 으로 구분한다. **Slow transporter** 는 당의 확산속도가 느리기 때문에 삼투압차가 오랜시간 지속되면서 초여과 또한 지속적으로 일어날 수 있는 복막 타입이라서 보다 긴 시간 저류하는 것이 유리하지만, 용질의 이동이 너무 비효율적이고 느리면 요독의 배설에 장애를 초래할 수도 있다. **Fast transporter** 는 당의 흡수 및 Cr 의 배설이 빨라서 2 시간 지나면 거의 삼투압차가 없어지기 때문에 **UF failure** 가 쉽게 일어날 수 있고, 따라서 APD 가 아니고서는 효율적인 복막투석이 어렵다. 이러한 특성이 각각의 장단점이 될 수 있기 때문에 **slow transporter** 에서는 충분한 시간 저류하는 것이 중요하고 투석량을 늘리고 싶을 때는 횟수를 늘리기보다는 교환하는 복막투석액의 양을 늘리는 것이 효과적이다. **Fast transporter** 에서는 수분의 재흡수를 막기 위해서 저류시간을 짧게 여러번 하는 것이 필요하고, 여러차례 교환을 통해 충분한 용량의 복막투석이 이루어지면 일정시간 배를 비워두는 것도 가능하다. 이때 **long dwell** 이 필요하면 반드시 **icodextrin** 을 고려해야 한다. 체구와 **PET type** 에 따라서 복막투석을 다르게 적용해야 하는데, **slow transporter** 는 CAPD 가 더 적절한 선택이고, **Fast** 나 **fast average transporter** 에서는 APD 가 적극 권고된다. **Kt/V** 나 **weekly creatinine clearance** 를 계산해서 투석적절도를 평가하고, 고칼륨혈증이나 산증이 없이 잘 조절되는지, 환자의 **well-being sense** 나 부적절한 투석으로 인해 생길 수 있는 요독증상, 부종, 영양상태에 관한 사항들을 점검해서 투석을 조정해야 한다.

일반적으로 복막투석의 금기사항으로, 복막투석시에 효율이 충분히 나오지 않는 경우, 복강 안에 **adhesion** 이 생기는 경우, 탈장이 심한 경우나 복부에 **stoma** 를 가지고 있거나 흉강쪽으로 복막액의 유출이 있는 경우, **VP shunt** 가 있는 경우, 최근에 복부대동맥에 **graft** 를 넣은 경우나 염증성 장질환이 있는 경우 등이 있다. 환자의 요구나 생활 패턴등을 통해서 면밀한 상담이 필수적이며, 대한신장학회 홈페이지의 만성콩팥병 5기의 환자 교육 자료에 투석방식을 결정하는 부분에 있어서 각각의 투석 방식에 대한 동영상 **QR link** 나 환자 본인이 어느 투석방식에 더 잘 맞는지 확인해보는 **check list** 등 관련 자료가 많이 있어 교육에 활용할 수 있다.